Development and Evaluation of Rollator for Elderly Farmers

Objective: This study aims to develop and evaluate a multi-purpose rollator, which may be used as a seat, as a traditional walker, or as a storage basket for elderly farmers.

Background: The rollators on the market are not user-friendly designed and seen inconvenient for elderly farmers to use though are sold at considerably high price. Since they lack enough space to load stuffs and are not durable or stable enough, they do not seem to be suitable for elderly farmers to use in rural areas.

Method: Two types of methods were used in this study. First, the survey consisted of 19 questions was conducted among elderly farmers in rural areas, after using the developed rollator, to evaluate the usability of the rollator developed in this study. Second, EMG experiment was conducted to compare the existing rollator and developed rollater quantitatively. Through this experiment, we tries to verify the differences of muscle responses when using the traditional and the developed ones, which have their own brake system, in the ramp.

Results: The developed rollator was highly evaluated in most of the questions in the usability survey, except for the 'Weight' category in which the opinions were divided into three different types(Worse : 31%, Similar: 30%, Better 36%) The result of EMG experiment showed that the existing rollator(7.4 %MVC) demands more muscle strength than the developed rollator(5.5%MVC) does. By statistically analyzing the results of upper limb and lower limb respectively, we could find out that all the muscles except deltoid in upper limb show statistically significant differences in muscle activity when using the existing and the developed rollator. However, there was no statistical difference in lower limb muscles.

Conclusion: The developed rollator in this study has maximized the functionality of the brake system, the storage and the chair, which were pointed as the weaknesses of existing rollators. Furthermore, the developed rollator is designed to be more user-friendly, safe, durable, and effective for elderly farmers to use in rural areas where there the roads are rough and bumpy.

Application: We expect that by utilizing the emergency brake system developed in this study to other convenience equipment, such as strollers and carts, it would be able to develop and produce more secure and reliable equipment in the future.

Keywords

Elderly farmer, Rollator, Walking assist device, EMG, Kyphosis

1. Introduction

'2012년 고령자통계'에서 살펴보면 고령농업인구는 2001년 24.4%에서 2006년 30.8%로 증가하여 이미 초고령화 사회로 접어들었으며 농촌의 노인 집중화 현상이 계속 심화되고 있는 실정이다(MOL, 2012). 농촌의 고령화 및 인구과소화는 고령농업인의 농업노동활동을 가중시키고 있어 이로 인한 근골격계 질환이나 기타 질환들의 발생이 줄어들지 않고 있다.

농작업 기계화가 적극적으로 추진되면서 논농사의 경우 인력작업이 거의 필요치 않게 되었으나 밭이나 과수작업의 경우에는 아직도 절반에 가깝게 수작업으로 이루어지고 있다. 또한 농작업의 특성상 불편하고 어색한 자세, 반복적인 동작, 그리고 과도한 힘의 사용, 고온환경의 작업 등이 많아 만성적으로 농부증과 하우스증 등 다양한 건강상의 문제들이 나타나고 있으며(Park et al., 1994), 이 중에서도 근골격계 질환은 다양한 연령대를 대상으로 발생하고 있어 의학적으로뿐만 아닌 사회적인 관심사항으로도 대두되고 있다(Jaeng, 2006).

특히, 농작업은 사전에 작업량과 동선, 작업환경에 대한 사전계획이 어려우며 매우 다양하고 불안정한 작업자세와 시간을 요구하므로 농작업자의 신체에 지속적으로 부하가 발생하고 특히 허리에 관련한 질병이 많이 발생하여 2012년 농업인 업무상 질병조사에서도 업무상 질병 중 가장 높은 비율을 보이고 있으며 노후에는 척추후만증의 원인이 되기도 한다.

선행 연구를 살펴보면 대부분의 척추후만증 환자들이 과거 수십 년간 쪼그리고 앉은 상태에서 작업을 한 점으로 미루어 볼 때, 생활습관이 발병과 밀접한 관계를 가지고 있을 것으로 추정된다(Bradford, 1988; Lee et al., 1997). 반면, 의자 생활을 주로 하는 미국이나 유럽에서는 요부 변형 후만증 환자가 거의 없다는 점에서 이런 생활 습관이 허리를 펴 주는 신전 근육에 악영향을 미쳤을 것이라는 주장도 있다(Perennou et al., 1994). 따라서 국내 고령농업인들은 이미 몇 십 년간 일상생활 및 농업활동에서 쪼그리거나 깊이 구부리는 열악한 작업자세을 유지해 왔기 때문에 척추후만증의 발병이 우려될 수 밖에 없는 상황이다.

게다가 고령화로 인해 신체 내부의 감각반응이 떨어지고, 삐뚤어진 신체를 바로 잡으려고 하는 반사작용도 느려지며, 신체를 바른 자세로 유지하는데 필수적인 근력도 저하되어 몸의 흔들림이 많아진다. 이러한 모든 변화가 고령자의 보행능력에 영향을 미치게 된다(Chey et al., 2008).

이러한 보행 능력 저하를 보조해 주기 위하여 국내·외에서 많은 의료기기 업체들이 롤레이터를 판매하고 있지만 대부분의 롤레이터는 대만, 중국 등으로부터 수입되고 있다. 이는 국내의 의료기기 업체들이 영세하고 고령자 복지 및 노인활동을 지원하기 위한 체계적인 연구개발이 이루어 지지 않고 있기 때문이며 적절한 안전 및 설계기준 없이 제품이 유통될 수 있기 때문이다(Choi, 2007). 현재 시중에 유통되는 롤레이터는 대부분 수입품으로 국내 고령자의 체형이나 사용 환경 등을 고려하여 제작되지 않았으므로 직·간접적인 안전사고에 노출되고 있는 고령농업인을 건강 증진을 위하여 보다 적절한 안전규정 등이 필요한 실정이다.

만약 롤레이터 설계가 골격이 크고 장신이 많은 서양인 체형에 맞도록 크게 설계되었다면 이를 움직이기 위하여 불필요한 근육이 사용되고 특히 허리 및 다리 근육이 비교적 많이 사용될 것이다. 더욱이 제동을 위해서는 보다 많은 힘이 필요하므로 보다 편안하고 안전한 제동을 위한 설계가 필요하게 된다.

전체적인 보행지지 도구의 안전사고 유형을 살펴보면 추락, 넘어짐, 미끄러짐이 55.3%, 충돌·충격이 7.5%, 물체에 베이거나 찢어지는 사고가 4.5%, 눌림·끼임이 4.0%의 순으로 나타났으며 사고 부위별로는 머리·얼굴 부위가 26.4%, 다리·발 부위가 24%, 팔·손 부위가 18.1%, 목·배·등·허리 부위가 14.7% 순으로 조사되었다(Korea Consumer Agency, 2007).

위와 같은 분석은 도시에 비하여 도로나 작업환경이 열악한 농촌에서는 더욱 심각하게 발생될 것으로 추정된다. 이는 도시의 평탄하고 매끄러운 보행자 도로와는 상이하게 농촌의 보행자 도로 등은 험로가 많기 때문에 예측 할 수 없는 잠재적 위험이 보다 많이 상존한다고 볼 수 있다. 따라서 도시지역에서 사용되는 롤레이터와 농촌환경, 즉 험로에서 사용될 수 있는 롤레이터는 다른 설계기준을 가지고 개발되어야 한다.
위와 같은 배경하에 본 연구는 고령농업인의 신체적 불편함을 보조하고 간단한 적재도 가능하도록 하며 필요 시에는 의자의 기능도 할 수 있는 롤레이터를 개발하였다.

2. Method

2.1 Participants

2.1.1 Usability evaluation

롤레이터 사용성 평가를 위한 참여자로는 65세 이상의 여성 고령농업인을 대상으로 평가를 수행하였다. 설문 참여자의 평균 연령은 75.1±6.34세이고, 롤레이터를 사용하거나 기타 다른 보행지지 도구를 사용하는 인원은 24명, 사용하지 않는 인원은 20명으로 총 44명의 여성 고령 농업인이 사용성 평가에 참여하였다.

2.1.2 Muscle activity

롤레이터 사용 시 근활성도를 평가하기 위한 실험 참가자는 성인 남성 20명으로 과거 근골격계 질환 및 관련 병력이 없는 인원으로 선발하였다. 롤레이터를 주로 사용하는 여성 고령농업인의 경우는 전극 부착 시 피부의 노화로 잠재적인 데이터 손실의 우려가 있고, 노화로 인한 체력적인 한계로 실험 참여가 불가능하여 다음과 같은 피실험자를 대상으로 실험을 수행하였다. 또한 본 실험은 경사로에서 나타나는 여러 근육의 복합적 반응을 측정하여 단지 브레이크 작동 시에 필요한 힘만을 기계적으로 측정하는 것과는 차이가 있다. 본 실험에 참여한 피실험자 정보는 다음과 같다 (Table 1).

Table 1. Information of participants

Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)
28.4±3.28	171.1±5.29	68.6±7.18

2.2 Apparatus

2.2.1 Usability evaluation

일반적으로 농촌에 보급되어 있는 롤레이터 및 유모차 등과 같은 보행 보조기구 들과 비교하기 위하여 총 19가지 항목에 대해 사용성 평가를 수행하였다. 기존에 사용 중이거나 현재 시중에 판매되고 있는 롤레이터들과 비교를 위한 항목은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Usability evaluation list of Rollator

(%)		Worse	Similar	Better
Handle	Thickness			
	Width			
	Comfort			
Brake	Strength			
	Form			
Wheel	Size			
	Rotation			

	Width			
Seat	Width			
	Cushion			
	Lazyback			
Basket	Width			
	Depth			
	Storage space			
Folding				
Wash				
Weight				
Stability				
Convenience				

2.2.2 Muscle activity

근활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도계(Noraxon U.S.A., gain = 500; noise<1μV, sampling rate = 1,500Hz)를 사용하였다. 근전도 전극은 총 8부위에 부착하였으며 부착 위치는 SENIAM을 참고하였다 (Table 3).

Table 3. Location of electrode (SENIAM)

Upper limbs	Anterior Deltoid
	Triceps Brachii
	Flexor Carpi Ulnaris
	Extensor Carpi Ulnaris
Lower limbs	Rectus Femoris
	Biceps Femoris
	Gastrocnemius
Trunk	Erector Spinae

실험에 사용된 두 가지 롤레이터 중 현재 시중에 판매되고 있는 롤레이터는 손의 악력만을 이용하여 제동하는 방식의 브레이크를 사용하였다. 본 연구에서 개발한 롤레이터는 손잡이에 손을 올려서 약간 누르면 제동이 풀리고 손잡이를 놓으면 자동으로 제동이 되도록 하였으며 속도 조절을 위하여 보조 제동장치를 사용하였는데, 이는 기존의 롤레이터와 같은 악력을 사용하는 제동방식을 사용하였다.
본 실험에 사용된 두 가지 롤레이터는 다음의 Figure 1과 같다.

Existing rollator | Developed rollator

Figure 1. Rollators in Experiment

2.3 Procedure

2.3.1 Usability evaluation

고령 농업인들이 직접 사용하는 보행보조기 및 기타 보조기구들과의 사용성을 비교 평가하기 위해 사용성 평가를 하는 장소에서 일반 롤레이터와 본 연구에서 개발된 롤레이터에 대해 각각의 기능 및 특징을 충분히 교육하였고 평가 시에 직접 관찰 및 실제 사용하도록 하여 평가를 수행하였다.

2.3.2 Muscle activity

실험 전 각각 상이한 피실험자들의 근육활성도를 표준화 하기 위하여 MVC를 측정하였다. 측정 방법은 다음과 같다.

- Anterior Deltoid: 허리를 곧게 세우고 앉은 상태에서 양팔을 앞으로 나란히 펴고 측정자가 팔을 아래방향으로 누르면 피실험자는 그에 대응하여 최대한의 힘으로 팔을 들어 올려 측정
- Triceps Brachii: 팔을 직각으로 굽힌 상태에서 허리를 90°로 굽히고 측정자가 전완을 수직방향으로 누르면 피실험자는 그에 대응하여 최대한의 힘으로 팔을 신전하여 측정
- Flexor Carpi Ulnaris: 테이블에 피실험자의 전완을 손바닥이 아래방향으로 평행하게 올려놓고 주먹을 쥔 상태에서 측정자가 주먹을 아래방향으로 누르면 피실험자는 그에 대응하여 주먹을 자신의 몸 방향으로 들어올려 측정
- Extensor Carpi Ulnaris: Flexor Carpi Ulnaris과 반대로 손등이 아래방향으로 하고 주먹을 윗방향으로 최대한 들어올려 측정
- Rectus Femoris: 다리를 앞으로 펴고 앉은 상태에서 최대한의 힘으로 근육을 수축시켜 측정
- Biceps Femoris: 곧게 서서 한쪽 발바닥을 뒷방향으로 향하게 하여 측정자가 발목을 잡고 아래방향으로 힘을 가하면 그에 대응하여 피실험자는 최대한의 힘으로 윗방향으로 다리를 접는 방법으로 측정
- Gastrocnemius: 곧게 앉은 상태에서 측정자가 피실험자의 발등을 아래방향으로 누르면 피실험자는 그에 대응하여 최대한의 힘으로 발등을 윗방향으로 들어올리는 방법으로 측정
- Erector Spinae: 피실험자가 엎드려 있는 상태에서 다리는 고정을 하고 최대한의 힘으로 상체를 위로 들어올려 측정

각각 상이한 모든 피실험자들의 근육활성도를 표준화 하기 위하여 아래의 수식을 사용하여 %MVC를 산출하였다(Equation 1).

$$[(RMS_{MAX}-RMS_{TASK}) / (RMS_{MAX}-RMS_{REST})] * 100 \quad (1)$$

비교할 두 롤레이터들의 기능은 평지에서는 동일하지만 경사길의 위급상황(롤레이터와 짐의 무게에 끌려가는 상황 등)에서 발생 할 수 있는 사고의 긴급 제어를 하는 경우 근육의 사용 정도를 확인하고자 하였다. 따라서 경사길에서 롤레이터를 사용하다가 브레이크를 작동하였을 때 근육의 반응을 정량적으로 분석하기 위하여 다음과 같은 실험을 수행하였다.
롤레이터의 실험방법은 비탈길에서 총 15미터를 걸어 내려가는 과업을 수행하며 5미터 간격으로 브레이크를 작동시켜 롤레이터 별 근육 활성도를 평가하였고, 적재를 가정하여 두 개의 롤레이터의 무게를 20kg으로 동일하게 맞추었다. 보행속도는 피실험자 개인간의 차이를 최소화 하기 위하여 메트로놈을 사용하여 속도를 동일하게 하였다.
기존 롤레이터의 브레이크 시스템은 악력을 이용하여 손을 오므리는 동작에 의해 제동이 되고, 개발된 롤레이터의 브레이크 작동원리는 누르면 앞으로 갈 수 있는 핸들을 놓게(핸들에서 손을 띄면) 되면 자동으로 제동이 되는 원리이다.
롤레이터 실험의 코스는 다음의 Figure 2와 같다.

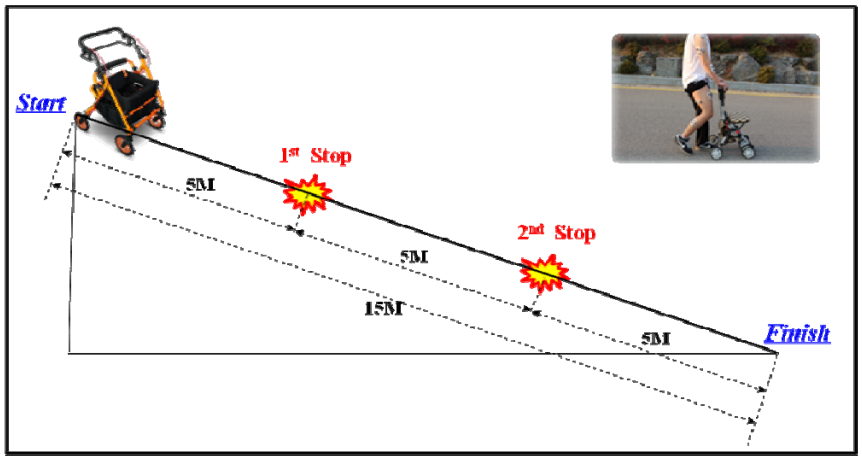

Figure 2. Experimental course of rollator

데이터 분석은 총 15m의 근육 반응 실험코스를 평균화 하여 두 롤레이터를 비교 분석하였다. 실험은 2회 반복 실험하였으며 반복 간 3분 이상의 휴식을 제공하였다.
수집된 근육의 신호에 대해 피실험자들의 근육 크기 및 밀도가 모두 상이하므로 RMS값을 표준화하여 %MVC로 변환하였다.
통계적 분석을 위해 SPSS 18.0K를 활용하였고, 종속변수인 근활성도(%MVC)에 대한 독립변수로는 근육, 롤레이터로 선정하였다. 통계적 유의수준(α)은 0.05로 선정하였고 사후분석은 Tukey HSD를 수행하였다.

3. Results

3.1 Usability evaluation

기존에 사용하는 롤레이터 또는 보행지지 도구들과 본 연구에서 개발한 롤레이터를 비교하여 사용성 평가를 수행한 결과는 다음과 같다.
Handle의 경우는 대부분의 응답자의 평균 83% 이상이 개발된 롤레이터를 더 높게 평가하였고, Brake의 경우도 평균 89% 이상이 개발된 롤레이터를 더 높게 평가하였다. 나머지 Wheel, Seat, Basket, Folding,

Wash, Stability, Convenience 또한 92%, 89%, 93%, 84%, 86%, 91%, 93% 이상으로 개발된 롤레이터가 더 높게 평가되었다. 하지만 Weight의 경우 Worse가 34%, Similar가 30%, Better가 36%로 각각 균등하게 평가되어 타 항목과는 다른 결과로 나타났다.

Table 4. Result of usability evaluation

(%)		Worse	Similar	Better
Handle	Thickness	2	14	84
	Width	5	20	75
	Comfort	2	7	91
Brake	Strength	0	16	84
	Form	0	5	95
Wheel	Size	0	5	95
	Rotation	2	11	86
	Width	0	5	95
Seat	Width	2	2	95
	Cushion	0	11	89
	Back	5	11	84
Basket	Width	0	7	93
	Depth	0	9	91
	Storage space	2	2	95
Folding		5	11	84
Wash		0	14	86
Weight		34	30	36
Stability		0	9	91
Convenience		2	5	93

3.2 Muscle activity

롤레이터에 따른 근육활성도(%MVC)의 차이를 통계적으로 분석한 결과, 기존의 롤레이터의 경우 약 7.4%MVC의 근 활성도를 보인 반면, 본 연구에서 개발한 롤레이터의 경우 약 5.5%MVC의 근육 활성도를 보여 기존의 롤레이터가 더 많은 근육의 사용을 필요로 하는 것으로 나타났다($p<0.0001$). Figure 3은 롤레이터에 따른 8개 근육의 %MVC에 대한 그래프이다.

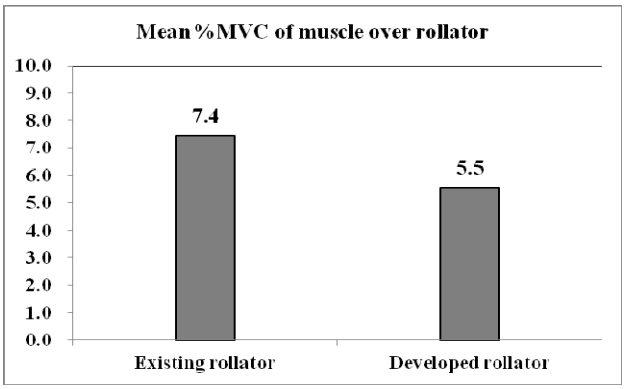

Figure 3. Mean %MVC of eight muscles over rollator

롤레이터와 근육 간의 상호작용 또한 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p<0.0001$). 다음의 Figure 4는 롤레이터와 근육 간의 상호작용에 대한 그래프이다.

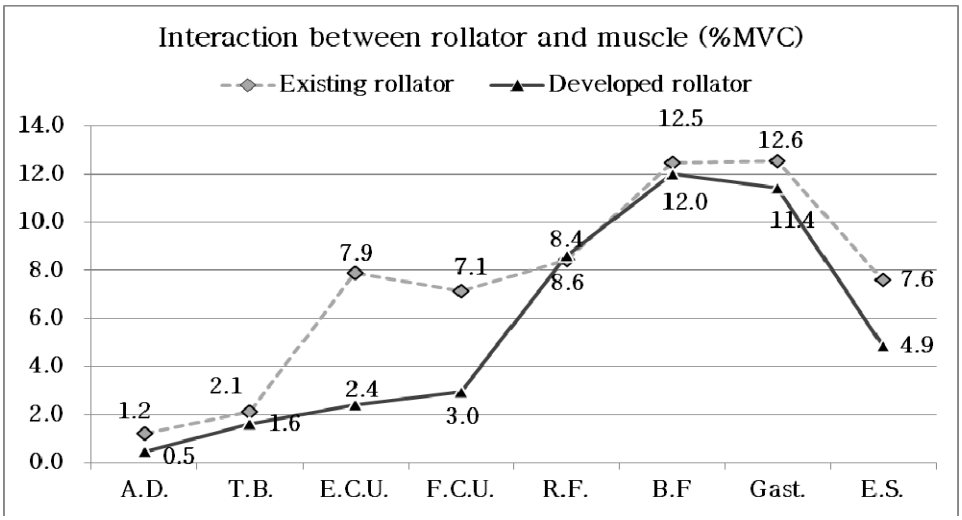

Figure 4. Interaction between rollator and muscle

[A.D.: Anterior Deltoid, T.B.: Triceps Brachii, E.S.: Erector Spinae, E.C.U.: Extensor Carpi Ulnaris, F.C.U.: Flexor Carpi Ulnar, R.F.: Rectus Femoris, B.F.: Biceps Femoris, Gast.: Gastrocnemius]

우선 전체적인 경향으로는 롤레이터에 비해 개발된 롤레이터의 근육사용량이 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 한편 통계적 분석 결과로는 상지 근육의 경우, Anterior Deltoid($p=0.119$)와 Triceps Brachii($P=0.217$)를 제외한 Extensor Carpi Ulnaris($p=0.032$), Flexor Carpi Ulnar($p=0.024$) 그리고 Erector Spinae($p=0.037$) 에서 근육 활성도의 차이가 각각 통계적으로 나타났다. 하지 근육의 경우는 기존 롤레이터와 개발된 롤레이터에서 Rectus Femoris($p=0.805$), Biceps Femoris($p=0.71$) 그리고 Gastrocnemius($p=0.199$)로 나타나 모두 통계적인 차이를 보이지 않았다.

4. Conclusion

롤레이터는 현재 국내에서 보행보조기 또는 실버카로 명칭 되고 있으며 기능은 보행에 부자유를 느끼거나 고령자를 위한 보행 보조도구로 옥외 외출 시 많이 사용되고 있다. 롤레이터는 크게 표준형,

Compact, 좌석이 없는 형태의 3가지 종류로 분류가 가능하다. 특히 좌석과 basket이 큰 표준형 타입은 체중을 충분히 지지하므로 안정성이 좋으나 좌석과 basket이 작은 compact 타입은 경량에 팔걸이가 없으며 안전성은 떨어지나 비교적 보행이 안정된 노인들이 사용하기에 편리하다.

중량이 가벼운 롤레이터는 버스나 전철을 이용하거나 계단 등에서도 운반할 수 있어 편리하지만, 어느 정도 보행이 안정된 고령자에게 적합하고 너무 가벼운 경우는 롤레이터의 진행에 보행 속도가 비례하지 못하여 중심을 잃고 낙상사고로 이어질 가능성이 높다. 따라서 농촌 환경은 아직까지 험로가 많은 실정이고 대부분의 고령자가 일을 하고 있어 보행지지, 적재물 운반 등 까지도 고려하여 크기 및 안전성 등을 고려해야 할 것으로 사료된다.

이처럼 도시 지역과 농촌 지역의 보행 환경이 상이하기 때문에 본 연구에서는 농촌 지역의 험로에서 고령 농업인들이 사용하기 적합한 롤레이터를 개발하여 평가 검증하였다.

우선 개발된 롤레이터를 총 19가지 항목을 기준으로 사용성 평가를 수행하였다. 이 중 실제로 기존에 판매되고 있는 롤레이터나 유모차 등과 같은 보행 보조도구를 사용하는 고령 농업인들은 모두 도시 지역에 적합한 표준형이나 compact 타입의 롤레이터를 사용하고 있었다. 평가 결과를 살펴보면 Weight 항목에서는 의견이 양극화되어 나타났다. 이는 아직 농촌 지역의 성향에 맞는 롤레이터를 사용하지 않고 표준형 및 compact, 또는 유모차 등을 사용하는데 익숙해져 있기 때문이다. 하지만 가벼운 보행보조도구를 사용하는 고령농업인 중 대부분이 무게를 높이기 위해 벽돌을 싣고 다니거나 중량을 늘릴 수 있는 짐을 싣고 있었다. 이는 농촌 지역의 험로에서 실제 사용자가 느끼는 경량화된 롤레이터의 한계를 보여주는 좋은 예이다.

성인 남성 20명을 대상으로 한 근전도 실험에서의 근육 활성도를 살펴보면 롤레이터에 따라 8개 근육의 평균 근활성도가 통계적인 차이를 보였다. 이는 본 연구에서 개발된 롤레이터의 근육 사용량이 적다는 것을 보여주는 결과이다. 또한 상지 근육에서 근육의 사용량이 상이함을 interaction에서 확인할 수 있다. 이는 기존 롤레이터의 경우, 손의 악력을 이용하여 브레이크를 작동시키는 원리이고 개발된 롤레이터는 손을 띄면 브레이크가 작동되는 원리이기 때문에 기존 롤레이터에서 근육 활성도가 더 높게 나타난 것으로 사료된다. Anterior Deltoid의 경우, 누르던 손을 위로 띄어야 브레이크가 작동하는 원리를 활용하여 개발된 롤레이터에서 근육활성도가 더욱 높게 나타날 것이라는 가설과는 반대로 통계적 차이가 보이지 않았을 뿐만 아니라 수치상으로도 개발된 롤레이터에서 더 낮게 나타남을 확인하였다. 이는 사용자의 의도에 따라 악력을 사용하려 함과 살며시 손을 띄는 동작의 차이에서 발생되는 차이로 미루어 볼 수 있다. 이처럼 개발된 롤레이터는 허리 근육의 부담과 팔 근육을 기존 롤레이터 보다 적극 감소시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

우리나라는 농촌뿐만 아니라 도시의 많은 고령자들도 척추후만증 등과 같은 허리 관련 질환으로 의료비 지출이 많고 및 의료보조장비를 구입해서 사용해야 하므로 경제적인 부담이 클 수 밖에 없다. 그러나 평균소득이 도시가구의 60~70%에 머무르며 65세 이상의 농가경영주가 절반 이상인 농촌에서 롤레이터를 구입해서 사용하기란 쉽지 않다. 이에 많은 농촌의 여성고령자들은 폐유모차를 사용하고 있어 안전사고의 우려가 가중되고 있다. 특히, 척추후만증 이라는 질환은 방치하게 되면 증상이 점차 악화 될뿐더러 추후에는 환자의 상태에 따라 치료가 불가능한 단계까지 도달할 수 있으므로 사회적 관심과 자세의 개선이 시급하다(Yang et al., 2006).

본 연구의 근전도 실험 결과를 바탕으로, 기존의 롤레이터의 한계점인 능동적 브레이크 작동 및 기능의 제한을 극복하였고, 또한 실제 롤레이터 및 보행지지 도구를 사용하거나 주위에서 많이 접할 수 있는 고령 농업인을 대상으로 한 사용성 평가를 하여 농촌에서 사용하기에 적합한 롤레이터 개발을 할 수 있었다. 이와 더불어, 개발된 롤레이터가 고령농업인의 자세교정 및 보행지지, 그리고 나아가 근골격계 및 기타 질환 예방에 큰 기여를 할 것이라고 기대하는 바이다.

Acknowledgements

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ008420)", National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

Bradford, D.S., Current concepts of treatment, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 229, 70-87, 1988.

Chey, H.C., Moon, C.W., Hwang, D.C., Walkers Invented with Concepts of Universal Designs, *Journal of Korean Society of Basic Design and Art*, 9(1), 741-753, 2008.

Choi, D.S., A Study on the Usability of the Walking Aids – Focus on Physically Disabled Elderlies, *Journal of Korean Society of Basic Design and Art*, 8(1), 621-629, 2007.

Jaeng, J.S., A study on chronic patient's life quality, *Graduate School of Kyung-Hee University*, 2006.

Korea Consumer Agency, Realities of the safety of the elderly, Consumer Era, 4-5, Oct., 2006.

Lee, C.S., Kim, Y.T. and Kim, E.G., Clinical study of lumbar degenerative kyphosis, *Journal of Korean Society Spine Surgery*, 4, 27-35, 1997.

Ministry of Labor(MOL), Statistics on the Age, http://www.moel.go.kr/ (retrieved September 25 , 2013).

Park, T.J., Kim, B.S. and Chon, H.J., Factors associated with farmers' syndrome, *Korean journal of rural medicine*, 19(1), 5-13, 1994.

Perennou, D., Marcelli, C., Herisson, C. and Simon, L., Epidemiologic aspects in a low-back pain population, *Spine*, 19, 123-128, 1994.

SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles), http://www.senial.org/ (retrieved October 11, 2013).

Yang, J.Y., Lee, J.K., Kim, D.H., Woo, S.M., Ahn, S.H. and Song, H.S., Classification and treatment of degenerative lumbar spinal deformity, *Journal of Korean Spine Surgery*, 13(4), 247-254, 2006.